

平成 28 年熊本地震による地盤変状と橋梁基礎の損傷に関する傾向分析

国土技術政策総合研究所 熊本地震復旧対策研究室 正会員 ○ 鈴木 慎也
国土技術政策総合研究所 熊本地震復旧対策研究室 正会員 澤田 守
国土技術政策総合研究所 熊本地震復旧対策研究室 正会員 星隈 順一

1. はじめに

平成 28 年（2016 年）熊本地震では図 1 に示すように地形自体が大きく変位していることが報告されている¹⁾。この影響により橋梁の被害の中には、地震動の影響とともに地盤変状の影響も加わることによって生じた事例が確認されている²⁾。このような地盤変状の影響は、被害を発見しにくい基礎にも損傷をもたらす可能性があり、橋が地盤変状の影響を受けにくくする観点から下部構造の設置位置や基礎形式の選定を行うことが重要である。

このような背景のもと、本研究では熊本地震において地盤変状の影響を受けた橋梁基礎を検討対象として、その周辺の地形条件、地盤条件および基礎の構造条件に着目してクロス集計を行い、被害状況との関係について傾向分析を行った。

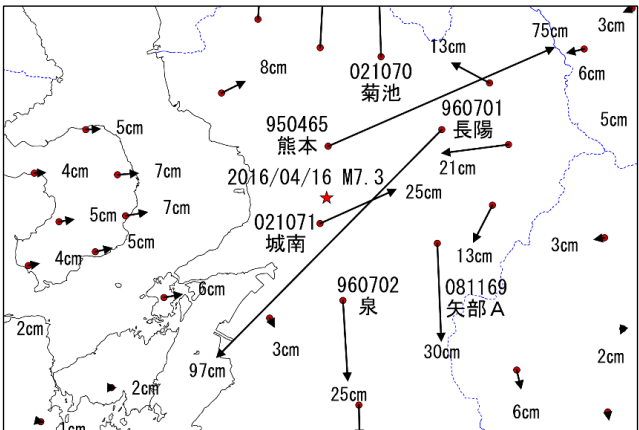


図 1 熊本地震による地殻変動(水平)
(文献¹⁾から抜粋)

2. 検討対象とした橋梁基礎

本研究では、熊本地震により周辺の地盤に変位が生じたと考えられる県道 28 号や村道栃の木～立野線に位置する橋梁で、直接基礎を有する下部構造及びボアホールカメラによる被害調査が別途行われた基礎を有する下部構造を対象とした。ここで、杭本体の被害調査には IT 試験のような非破壊調査もあるが、損傷状況のデータに関する信頼性を高める観点から、本研究では基礎内部の状態を直接確認(図 2)することができるボアホールカメラ調査が実施された基礎を対象

表 1 検討対象とした橋梁基礎と立地条件

橋梁名	適用道路 橋示方書	下部構造形式	基礎形式	橋軸方向 杭形式	基数 (※1)	損傷基 数(※2)	斜面方向数
阿蘇長陽大橋	昭和55年	中空橋脚	直接基礎	-	1	0	P2(0)
		逆T字式橋台	直接基礎	-	2	2	A1(3), A2(3)
戸下大橋	平成2年	張出式橋脚	深礎基礎	単列	2	2	P4(1), P6(1)
俵山大橋	平成8年	張出式橋脚	大口径深礎基礎	-	2	0	P1(2), P2(1)
		逆T字式橋台	深礎基礎	単列	2	2	A1(2), A2(3)
扇の坂橋	平成8年	逆T字式橋台	直接基礎	-	1	0	A1(2)
		張出式橋脚	大口径深礎基礎	-	2	0	P1(2), P2(1)
			深礎基礎	単列	1	0	A2(2)
桑鶴大橋	平成6年	鋼製橋脚	深礎基礎	単列	1	1	P1(2)
		逆T字式橋台	深礎基礎	複列	1	0	A2(2)
大切畑ダム橋	平成6年	逆T字式橋台	深礎基礎	単列	1	0	A2(0)
大切畑大橋	平成8年	中空橋脚	場所打ち杭	複列	2	1	P2(0), P3(0)
			大口径深礎基礎	-	1	0	P4(1)
		逆T字式橋台	深礎基礎	単列	1	0	A2(1)

※1 直接基礎またはボアホールカメラ調査が実施された基数
※2 沈下等が確認された直接基礎またはボアホールカメラ調査により損傷が確認された基礎

数」として記載している。直接基礎については、橋の性能に影響を与える沈下や平面移動等が確認された場合を損傷として計数した。また、表中の「斜面方向数」とは、下部構造が設置された周辺の斜面条件を定量化したものであり、図3に示すように下部構造の周辺の等高線の状況から周囲の傾斜方向を0から3の4区分に分類した。たとえば、P1橋脚の斜面方向数が2であれば、表中にはP1(2)と記載している。

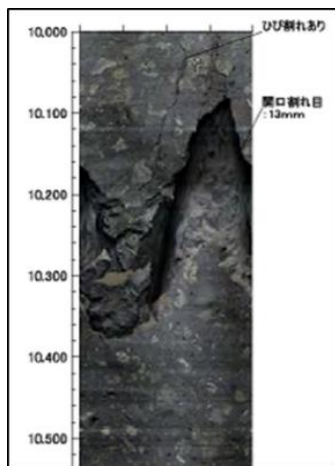


図2 ポアホールカメラ調査で確認された基礎の損傷の例

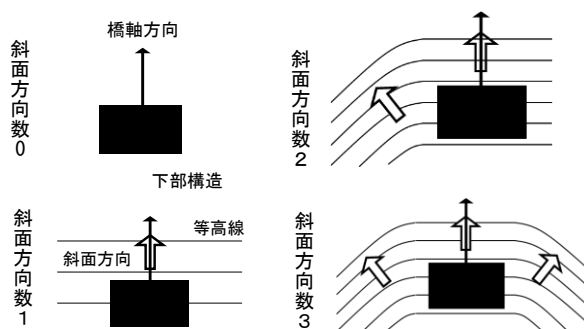


図3 斜面方向数の定義

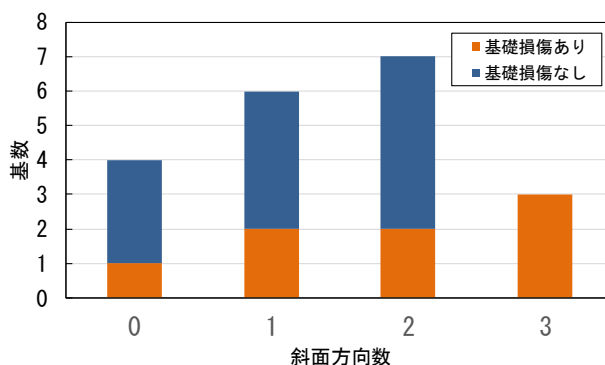


図4 斜面方向数が基礎の損傷に及ぼす影響

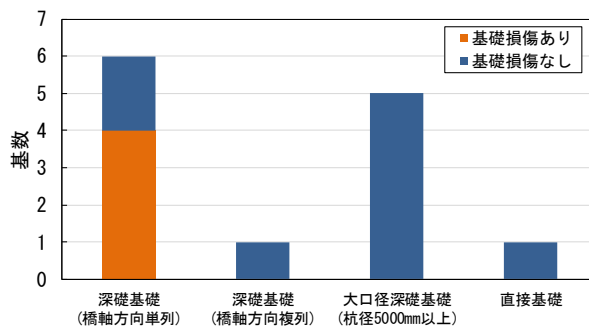


図5 斜面方向数が1又は2の場合において基礎の構造形式が基礎の損傷に及ぼす影響

3. 基礎の損傷に関する傾向

図4は斜面方向数別に基礎の損傷状況を示した結果である。斜面方向数3に該当する3基は橋台の基礎であったが、いずれも損傷が生じていることがわかる。この3基のうち1基は平成8年の道路橋示方書を適用して設計された基礎であるが、橋台の前面側及び両側面側が全て斜面となっているような位置に橋台を設置すると、適用示方書によらず地盤変状の影響を受けた際に基礎に損傷が生じやすい傾向にあることがわかる。

また、図5は斜面方向数が1又は2に該当する基礎を対象として、基礎の損傷状況を基礎の構造形式ごとに集計した結果である。これより、基礎の損傷は橋軸方向に単列配置となった深礎基礎の場合に損傷が発生しやすい傾向があることがわかる。これは、斜面の近傍に下部構造を設置する場合には、変形の生じにくい複数列配置の基礎形式にする、あるいは大口径深礎基礎のような剛性が高い形式を選定する方が地盤変状の影響に対して基礎に損傷が生じるリスクが小さくなることを示している。

4. まとめ

熊本地震で地盤変状を受けた橋梁、基礎の損傷の発生傾向を分析した。その結果、周囲が全て斜面となっているような地形条件の位置に橋台を設置した場合や、基礎の形式を橋軸方向に単列配置とした場合に、基礎が地盤変状の影響を受けて損傷しやすい傾向にあることが明らかになった。

謝辞

本研究の実施にあたっては、国土交通省九州地方整備局 熊本復興事務所から資料の提供をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 国土地理院：平成28年4月16日の熊本県熊本地方の地震(M7.3)(暫定値)前後の観測データ(1)地殻変動(水平), <http://www.gsi.go.jp/common/000139795.pdf>
- 2) 大住道生, 星隈順一：熊本地震により被害を受けた道路橋の損傷痕に基づく要因分析, 第20回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, 2017.7